



УДК 662.76

АНАЛИЗ ОБРАЗОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ ПГУ-ВЦГ

ANALYSIS OF THE FORMATION OF POLLUTANTS IN THE COMBUSTION CHAMBER OF IGCC

Худяков Данил Сергеевич, магистрант каф. «Тепловые электрические станции», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: danil.hudiakow@yandex.ru, Тел.: +7(909)706-35-76

Филиппов Прокопий Степанович, аспирант каф. «Тепловые электрические станции», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: prokopy.filippov@urfu.ru

Левин Евгений Иосифович, к-т. техн. наук, преподаватель каф. «Тепловые электрические станции», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: eugene35@mail.ru

Danil S. Khudyakov, Master student, Department « Thermal power plants», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira street, 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: danil.hudiakow@yandex.ru. Ph.: +7(909)706-35-76

Prokopy S. Filippov, Graduate student, Department « Thermal power plants», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: prokopy.filippov@urfu.ru

Eugene I. Levin, Candidate of Technical Sciences, Lecturer, Department « Thermal power plants», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: eugene35@mail.ru

Аннотация: В статье проводится анализ различных видов загрязнителей из камеры сгорания ПГУ-ВЦГ. Приведены значения предельных допустимых концентраций загрязняющих веществ в России. Рассматриваются различные механизмы образования загрязняющих веществ.

Abstract: The article analyzes various types of pollutants from the CCGT-VCG combustion chamber. The values of the maximum permissible concentrations of pollutants in Russia are given. Various mechanisms of formation of pollutants are considered.

Ключевые слова: вредные выбросы, камера сгорания, ПГУ-ВЦГ, газ.

Key words: harmful emissions, combustion chamber, IGCC, gas.

К загрязняющим веществам, которые выбрасываются в атмосферу вместе с уходящими газами из камеры сгорания ПГУ-ВЦГ можно отнести оксид углерода (CO), диоксид углерода или углекислый газ (CO₂), различные канцерогены, а также оксиды азота (NO_x).

Выбросы загрязняющих веществ сильно влияют не только на окружающую среду, но и на здоровье человека. Например, оксид углерода снижает способность гемоглобина переносить и поставлять кислород, что может привести к головной боли, потере сознания и даже смерти [1].

На рисунке 1 представлена информация о выбросах NO_x ПГУ-ВЦГ Buggenum [2] при работе на разных топливах. Анализ рисунка один показывает, что при работе ПГУ-ВЦГ на синтез-газе выбросы оксидов азота значительно меньше, чем при работе той же установки на природном газе.

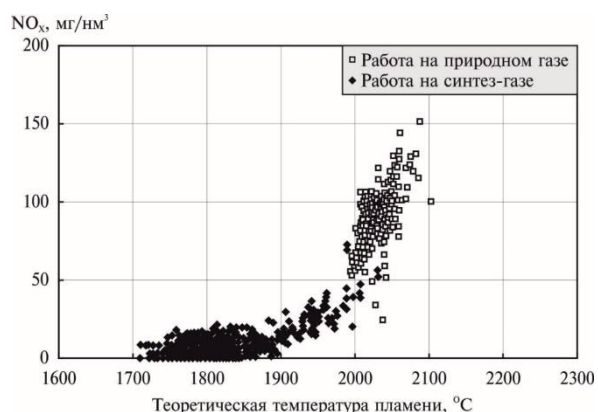


Рис. 1. Выбросы NO_x ПГУ-ВЦГ Buggenum [46] при работе на разных топливах

На рисунке 2 представлено сравнение выбросов ПГУ-ВЦГ по сравнению с другими ТЭС. Из рисунка 2 видно, что выбросы ПГУ-ВЦГ по сравнению с угольными ТЭС имеют более низкие

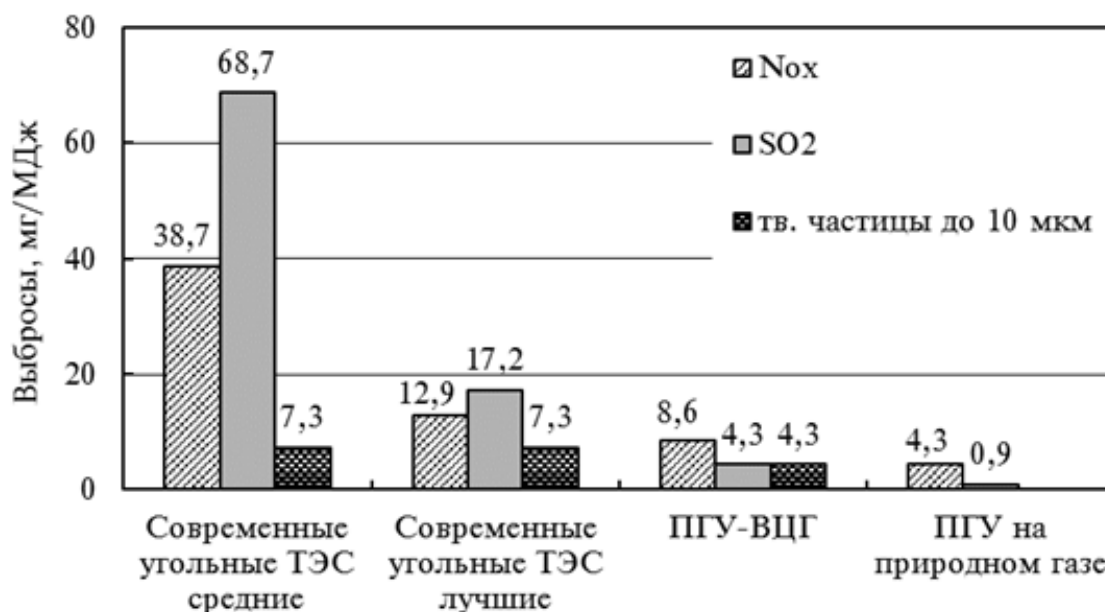


Рис. 2. Выбросы ПГУ-ВЦГ по сравнению с другими ТЭС [3]

значения, но в сравнении с выбросами ПГУ на природном газе, значения выбросов ПГУ-ВЦГ превышают их ~ в 2 раза.

В таблице 1 представлены предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в РФ.

Таблица 1 [4].

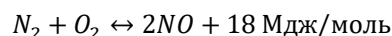
Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в РФ

№	Вещество	Класс опасности	ПДК _м р, мг/м ³	ПДК _с с, мг/м ³
1	Оксид углерода (CO)	4	5	3
2	Диоксид азота (NO ₂)	3	0,2	0,04
3	Оксид азота (NO)	3	0,4	0,06
4	Диоксид серы (SO ₂)	3	0,5	0,05
5	Взвешенные частицы PM ₁₀	-	0,3	0,06
6	Взвешенные частицы PM _{2,5}	-	0,16	0,035

Предельная допустимая концентрация (ПДК) загрязняющего вещества в атмосферном воздухе – концентрация, не оказывающая в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного действия на настоящее или будущее поколение, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни [4].

Выбросы загрязняющих веществ из камеры сгорания ПГУ-ВЦГ не должны превышать нормативных показателей, представленных в таблице 1.

Подробнее остановимся на механизмах образования оксидов азота (NO_x), как на наиболее вредных выбросах для окружающей среды и человека. Образующиеся в промышленных топках оксиды азота (NO, NO₂, N₂O) состоят на ~ 90% из окиси азота. В общем виде реакция образования окиси азота выражается уравнением:



На рисунке 2 представлены механизмы образования оксидов азота (NO_x).



Рис. 3. Механизмы образования оксидов азота [6]

При сжигании газов и других топлив, не содержащих в своем составе связанного азота, оксиды азота возникают в результате окисления азота воздуха – «воздушные» оксиды [5].

Относительная роль каждого из трёх источников образования NO_x определяется различными параметрами топочного процесса, температурой в зоне активного горения и содержанием связанного азота в топливе. Очевидно, что при сжигании природного газа, не содержащего связанного азота, нет смысла говорить о топливных оксидах азота. С другой стороны, при сжигании углей в низкотемпературном вихре или в кипящем слое интенсивность образования термических оксидов ничтожно мала [6].

В дальнейшем планируется рассмотреть различные технологии сжигания топлива (pre-combustion, post-combustion, oxy-combustion), а также провести сравнительный анализ этих технологий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воздействие оксида углерода на организм человека [Электронный ресурс] : http://eurolabgas.ru/vozdeystvie_oksida_ugleroda_na_orga.
2. Winter H. IGCC Buggenum. Commercial operation / H. Winter, J. Eurlings // [Электронный ресурс] : офиц. сайт. – Режим доступа: <http://www.gasification-syngas.org/uploads/eventLibrary/GTC9801.pdf>.
3. Абаимов Н.А., Амарская И.Б. и др. [под ред. Рыжкова А.Ф.], Анализ технологических решений для ПГУ с внутрицикловой газификацией, УрФУ (2017)
4. Нормативы загрязнения атмосферного воздуха [Электронный ресурс] : <http://www.dpioos.ru/eco/ru/specifications>.
5. Образование оксидов азота при горении топлива [Электронный ресурс] : <http://www.rosteplo.ru/w/%D0%9E%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%B0%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%B0>.
6. Механизмы образования оксидов азота [Электронный ресурс] : <https://studfiles.net/preview/3378104/page:25/>.